باب 5

مادے کی طبیعی حالتیں
(Physical States of Matter)

وقت کی تقسیم	
تدریسی پیریڈز :	10
تشخیصی پیریڈز :	3
سلیبس میں حصہ:	10%

بنیادی تصورات

گیسی حالت:

5.1 اہم خصوصیات

5.2 گیسز کے متعلق قوانین

مائع حالت:

5.3 اہم خصوصیات

ٹھوس حالت:

5.4 اہم خصوصیات

5.5 ٹھوس کی اقسام

5.6 ایلوٹروپی

طلبہ کے سیکھنے کا ماحصل

طلبہ اس باب کو پڑھنے کے بعد اس قابل ہوں گے کہ:

- a پریشر اور b ٹمپریچر میں تبدیلی سے گیس کے والیم پر اثرات بیان کر سکیں۔
- مادے کی طبیعی حالتوں کا اس میں موجود انٹر مالیکیولر فورسز کی بنا پر موازنہ کر سکیں۔
- بوائل کا قانون استعمال کرتے ہوئے گیس کے پریشر اور والیم میں تبدیلی کی کیفیت بیان کر سکیں۔
- چارلس کا قانون استعمال کرتے ہوئے گیس کے ٹمپریچر اور والیم میں تبدیلی کی کیفیت بیان کر سکیں۔
- گیسز کی خصوصیات (ڈیفیوژن، افیوژن اور پریشر) کی وضاحت کر سکیں۔
- مائع کی خصوصیات جیسے ایوپوریشن، ویپر پریشر اور بوائلنگ پوائنٹ کی وضاحت کر سکیں۔
- ویپر پریشر اور بوائلنگ پوائنٹ پر ٹمپریچر اور بیرونی پریشر کے اثر کی وضاحت کر سکیں۔
- ٹھوس اجسام کی طبیعی خصوصیات (میلٹنگ پوائنٹ اور بوائلنگ پوائنٹ) کی وضاحت کر سکیں۔

- ایمورفس (amorphous) اور کرسٹلائن ٹھوس اجسام میں فرق کر سکیں۔
- ٹھوس اجسام کی ایلوٹروپک اشکال کی وضاحت کر سکیں۔

تعارف (Introduction)

مادہ تین طبیعی حالتوں ٹھوس، مائع اور گیس میں پایا جاتا ہے۔ مادہ کی سادہ ترین حالت گیس ہے۔ مائع کم پائے جاتے ہیں اور زیادہ تر مادہ ٹھوس حالت میں پایا جاتا ہے۔ گیسی حالت میں مادہ کی کوئی خاص شکل اور والیم نہیں ہوتا۔ اسی لیے گیسز تمام دستیاب جگہ گھیر لیتی ہیں۔ ان کے درمیان انٹر مالیکیولر فورسز بہت کمزور ہوتی ہیں۔ گیسز کی ایک اہم خصوصیت پریشر ہے۔ گیس کے والیم پر پریشر اور ٹمپریچر کے اثرات کا بہت تفصیلی مطالعہ کیا گیا ہے۔

مائع حالت میں انٹر مالیکیولر فورسز طاقتور ہوتی ہیں اسی لیے ان کا مخصوص والیم ہوتا ہے لیکن ان کی کوئی مخصوص شکل نہیں ہوتی۔ انہیں جس برتن میں ڈالا جائے یہ اسی کی شکل اپنا لیتے ہیں۔ مائع ایویپوریٹ ہوتے ہیں اور پریشر ڈالتے ہیں۔ جب کسی مائع کا ویپر پریشر بیرونی پریشر کے برابر ہو جائے تو یہ بوائل ہونا شروع ہو جاتا ہے۔ گیسز کی نسبت مائع کم حرکت پذیر ہوتے ہیں اسی لیے یہ بہت آہستہ ڈفیوژ کرتے ہیں۔

ٹھوس حالت میں مادہ کی مخصوص شکل اور والیم ہوتا ہے۔ یہ گیسز اور مائع کی نسبت سخت اور وزنی ہوتے ہیں۔ یہ ایمورفس یا کرسٹلائن اشکال میں پائے جاتے ہیں۔

گیسی حالت (Gaseous State)

5.1 خاص خصوصیات (Typical Properties)

گیسز کی طبیعی خصوصیات ایک جیسی ہوتی ہیں۔ کچھ خاص خصوصیات مندرجہ ذیل ہیں۔

5.1.1 ڈفیوژن (Diffusion)

گیسز بہت تیزی کے ساتھ ڈفیوژ کرتی ہیں۔ وہ عمل جس میں گیسز بے ترتیبی حرکت (رینڈم موشن) اور ٹکراؤ سے ہوموجینیئس مکسچر (homogeneous mixture) بناتی ہیں ڈفیوژن کا عمل کہلاتا ہے۔ ڈفیوژن کی رفتار کا انحصار گیسز کے مالیکیولر ماس پر ہوتا ہے۔ ہلکی گیسز بھاری گیسز کی نسبت تیزی کے ساتھ ڈفیوژ کرتی ہیں مثال کے طور پر H_2 گیس کی ڈفیوژن کی رفتار O_2 گیس سے 4 گنا تیز ہوتی ہے۔

5.1.2 ایفیوژن (Effusion)

گیس مالیکیولز کا ایک باریک سوراخ سے کم پریشر والی جگہ کی طرف اخراج ایفیوژن (effusion) کہلاتا ہے۔ مثال کے طور پر جب ایک ٹائر پنکچر ہو جاتا ہے تو اس میں سے ساری ہوا ایفیوز ہو جاتی ہے۔ ایفیوژن کا انحصار مالیکیولر ماس پر ہوتا ہے، ہلکی گیسز میں ایفیوژن کا عمل بھاری گیسز کی نسبت تیز ہوتا ہے۔

5.1.3 پریشر (Pressure)

گیس کے مالیکیولز ہمیشہ حرکت کرتے رہتے ہیں۔اس لیے جب مالیکیولز برتن کی دیواروں یا کسی سطح سے ٹکراتے ہیں تو پریشر ڈالتے ہیں۔پریشر سے مُرادفی مربع میٹر ایریا (A) پر لگائی جانے والی فورس (F) ہے۔وہ فورس جو ایک گیس کسی اکائی ایریا A (unit area) پر ڈالتی ہے اسکا پریشر کہلاتا ہے۔پریشر کو (P) سے ظاہر کرتے ہیں۔

$$P = F/A$$

فورس کا SI یونٹ نیوٹن (Newton) ہے اور ایریا کا یونٹ m^2 ہے۔اس لیے پریشر کا SI یونٹ Nm^{-2} ہے۔اسے پاسکل (Pascal) بھی کہتے ہیں۔ اسے Pa سے ظاہر کرتے ہیں۔

$$1\,Pa = 1Nm^{-2}$$

ایٹموسفیرک پریشر (Atmospheric pressure) کو معلوم کرنے کے لیے بیرومیٹر (Barometer) اور لیبارٹری میں پریشر معلوم کرنے کے لیے مانومیٹر (Manometer) استعمال کیا جاتا ہے۔

سٹینڈرڈ ایٹموسفیرک پریشر (Standard Atmospheric Pressure)

ایٹموسفیرک پریشر سطح سمندر پر پڑنے والا ہوا کا پریشر ہے۔اس کی تعریف یوں کی جاسکتی ہے۔

وہ پریشر جو سطح سمندر پر مرکری کے 760 mm بلند کالم سے پڑے سٹینڈرڈ ایٹموسفیرک پریشر کہلاتا ہے۔یہ پریشر سطح سمندر پر مرکری کے 760 mm بلند کالم کو سہارا دینے کے لیے کافی ہوتا ہے۔

$$1\ atm = 760\ mm\ of\ Hg = 760\ torr \quad (1\ mm\ of\ Hg = one\ torr)$$
$$= 101325\ Nm^{-2} = 101325\ Pa$$

5.1.4 کمپریسیبلٹی (Compressibility)

مالیکیولز کے درمیان موجود خالی جگہوں کی وجہ سے گیسز انتہائی کمپریسیبل ہوتی ہیں۔جب گیسز کو دبایا جاتا ہے تو مالیکیولز ایک دوسرے کے قریب آجاتے ہیں اور یہ پھیلی ہوئی گیس کی نسبت کم والیم گھیرتی ہیں۔

5.1.5 موبیلٹی (Mobility)

گیس کے مالیکیول ہمیشہ حرکت کرتے رہتے ہیں۔یہ ایک جگہ سے دوسری جگہ حرکت کرسکتے ہیں کیونکہ ان کی کائی نیٹک انرجی (kinetic energy) بہت زیادہ ہوتی ہے۔آزادانہ طور پر حرکت کرنے کے لیے یہ مالیکیولز کے درمیان موجود خالی جگہوں کو استعمال کرتے ہیں۔اس بے ترتیب حرکت (رینڈم موشن) کے نتیجے میں گیسز کے مالیکیولز کے گھل مل جانے سے ہوموجینیس مکسچر بن جاتا ہے۔

5.1.6 گیسز کی ڈینسٹی (Density of Gases)

گیسز کی ڈینسٹی مائع اور ٹھوس اجسام سے کم ہوتی ہے۔اس کی وجہ مالیکیولز کا ہلکا ماس اور گیس کا زیادہ والیم ہے۔گیس

کی ڈینسٹی $g\,dm^{-3}$ میں ظاہر کی جاتی ہے۔ جبکہ، مائع اور ٹھوس کی ڈینسٹی $g\,cm^{-3}$ میں ظاہر کی جاتی ہے جس کا مطلب یہ ہے کہ مائع اور ٹھوس گیس سے 1000 گنا زیادہ وزنی ہوتے ہیں۔ گیسز کو ٹھنڈا کرنے سے ان کا والیم کم ہوتا ہے جس کی وجہ سے ان کی ڈینسٹی بڑھتی ہے۔ مثال کے طور پر، نارمل ایٹموسفیرک پریشر پر آکسیجن گیس کی ڈینسٹی 20 °C پر $1.4\ g\,dm^{-3}$ ہوتی ہے جبکہ 0 °C پر $1.5\ g\,dm^{-3}$ ہوتی ہے۔

i- گیسز میں ڈیفیوژن مائع کی نسبت کیوں زیادہ ہوتا ہے؟
ii- گیسز کو کیوں دبایا جا سکتا ہے؟
iii- پاسکل سے کیا مراد ہے؟ 1atm کتنے پاسکلز کے برابر ہوتا ہے؟
iv- ٹھنڈا ہونے پر گیسز کی ڈینسٹی کم کیوں ہوتی ہے؟
v- گیس کی ڈینسٹی کو $g\,dm^{-3}$ میں اور مائع کی ڈینسٹی کو $g\,cm^{-3}$ میں کیوں ظاہر کیا جاتا ہے؟
vi- مندرجہ ذیل کو تبدیل کریں۔
(a) 70 cm Hg کو atm میں
(b) 3.5 atm کو torr میں
(c) 1.5 atm کو Pa میں

خود تشخیصی سرگرمی 5.1

5.2 گیسز کے متعلق قوانین (LAWS RELATED TO GASES)

5.2.1 بوائل کا قانون (Boyle's Law)

1662ء میں رابرٹ بوائل نے کونسٹنٹ ٹمپریچر پر گیس کے والیم اور پریشر میں تعلق کا مطالعہ کیا۔ اس نے مشاہدہ کیا کہ اگر ٹمپریچر کو کونسٹنٹ رکھا جائے تو گیس کے دیے ہوئے ماس کا والیم اس کے پریشر کے انورسلی پروپورشنل (inversely proportional) ہوتا ہے۔

رابرٹ بوائل (1627-1691) ایک فطری فلاسفر، ماہر کیمیا دان، طبیعیات دان اور موجد تھا۔ وہ گیسوں کے "بوائل کا قانون" کی وجہ سے مشہور ہے۔

اس قانون کے مطابق گیس کے دیے ہوئے ماس کا والیم کم کرنے سے اس کا پریشر (P) بڑھتا ہے اور اسی طرح پریشر کم کرنے سے والیم بڑھتا ہے۔ اسے حسابی طریقہ سے یوں لکھا جا سکتا ہے۔

$$\text{والیم} \propto \frac{1}{\text{پریشر}} \quad \text{یا} \quad V \propto \frac{1}{P}$$

$$\text{یا} \quad V = \frac{k}{P} \quad \text{یا} \quad VP = k$$

یہاں 'k' پروپورشنیلٹی کونسٹنٹ ہے۔ k کی ویلیو گیس کی ایک ہی مقدار کے لیے ایک ہی ہوگی۔ اس لیے بوائل کے قانون کو اس طرح بھی بیان کیا جا سکتا ہے۔

''کونسٹنٹ ٹمپریچر پر کسی گیس کے مقررہ ماس کے پریشر اور والیم کا حاصل ضرب ہمیشہ کونسٹنٹ ہوتا ہے۔''

اگر $P_1V_1 = k$ ہو تو $P_2V_2 = k$ ہوگا۔

یہاں P_1 = ابتدائی پریشر، P_2 = آخری پریشر

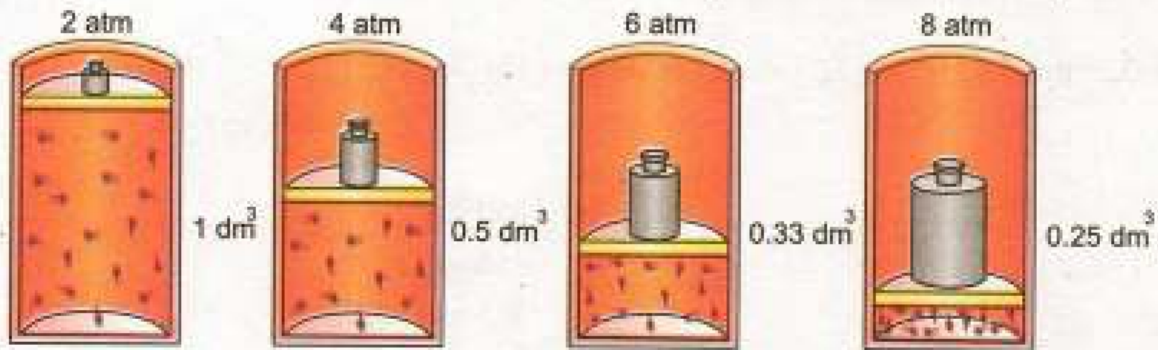
V_1 = ابتدائی والیم، V_2 = آخری والیم ہے

جب دونوں مساواتوں کے کونسٹنٹ ایک جیسے ہوں تو ان کے ویری ایبلز (variables) بھی ایک دوسرے کے برابر ہوں گے۔

اسلیے $P_1V_1 = P_2V_2$

یہ مساوات گیس کے پریشر اور والیم کے درمیان تعلق کو ظاہر کرتی ہے۔

بوائل کے قانون کی تجرباتی تصدیق (Experimental Verification of Boyle's Law)

گیس کے والیوم اور پریشر میں تعلق کی تصدیق مندرجہ ذیل تجربات سے کی جا سکتی ہے۔ آیئے کچھ ایسے سلنڈروں میں جن کے پسٹن حرکت کر سکتے ہوں، گیس کا کچھ ماس لیتے ہیں اور اس کے والیم پر بڑھتے ہوئے پریشر کے اثرات کا مشاہدہ کرتے ہیں۔ جب گیس پر 2 atm پریشر ڈالا جاتا ہے تو اس کا والیم $1 dm^3$ ہوتا ہے۔ جب پریشر کو 4 atm تک بڑھایا جاتا ہے تو اس کا والیم $0.5 dm^3$ ہو جاتا ہے۔ جب اس پر پریشر 6 atm کیا جاتا ہے تو اس کا والیم $0.33 dm^3$ ہو جاتا ہے۔ پریشر 8 atm کرنے پر گیس کا والیم $0.25 dm^3$ ہو جاتا ہے۔

شکل 5.1 پریشر میں اضافے سے والیم میں کمی

جب ان تجربات سے حاصل کردہ والیم اور پریشر کا حاصل ضرب لیا گیا تو وہ ان تمام تجربات کے لیے کونسٹنٹ تھا یعنی 2 atm dm^3 یہ بوائل کے قانون کو ثابت کرتا ہے۔

$$P_1V_1 = 2\ atm \times 1\ dm^3 = 2\ atm\ dm^3$$
$$P_2V_2 = 4\ atm \times 0.5\ dm^3 = 2\ atm\ dm^3$$
$$P_3V_3 = 6\ atm \times 0.33\ dm^3 = 2\ atm\ dm^3$$
$$P_4V_4 = 8\ atm \times 0.25\ dm^3 = 2\ atm\ dm^3$$

خود تشخیصی سرگرمی 5.2

i- کیا بوائل کا قانون مائع کے لیے بھی موزوں ہے؟
ii- کیا بوائل کا قانون بہت زیادہ ٹمپریچر پر بھی کارگر ہے؟
iii- اگر کسی گیس کا پریشر تین گنا تک بڑھا دیا جائے اور ٹمپریچر کو کونسٹنٹ رکھا جائے تو کیا ہوگا؟

کیا آپ جانتے ہیں؟

بلڈ پریشر کی پیمائش کن یونٹس میں کی جاتی ہے؟
بلڈ پریشر کی پیمائش پریشر گیج کے استعمال سے کی جاتی ہے۔ یہ مرکری کا مانو میٹر یا کوئی بھی اور آلہ ہو سکتا ہے۔ بلڈ پریشر میں دو ویلیوز دی جاتی ہیں جیسا کہ $\frac{120}{80}$ جو کہ نارمل بلڈ پریشر ہے۔ جب دل پمپ کر رہا ہو تو بلڈ پریشر کی جو ویلیو اس پریشر کو ظاہر کرتی ہے اسے سیسٹولک پریشر (Systolic pressure) کہتے ہیں مثلاً 120۔ جب خون واپس دل میں داخل ہو رہا ہو تو پریشر کم ہوتا ہے اور یہ دوسری ویلیو 80 ہے۔ جسے ڈایاسٹولک (diastolic) کہتے ہیں۔ ان دونوں پریشرز کو torr یونٹ میں ناپا جاتا ہے۔ روزمرہ زندگی میں ٹینشن اور پریشانیوں کی وجہ سے بلڈ پریشر ہائی ہو جاتا ہے۔ اسے ہائپر ٹینشن (hypertension) کہتے ہیں۔ ہائپر ٹینشن میں بلڈ پریشر کی ویلیو 140/90 سے زیادہ ہوتی ہے۔ ہائپر ٹینشن سے دل اور خون کی نالیوں پر دباؤ بڑھتا ہے۔ دل پر دباؤ کی وجہ سے ہارٹ اٹیک اور ہارٹ اسٹروک کے امکانات بڑھ جاتے ہیں۔

مثال 5.1

ایک گیس کا والیم $350\ cm^3$ اور پریشر 650 mm of Hg ہے۔ اگر اس کا پریشر 325 mm of Hg تک کم کر دیا جائے تو اس گیس کا نیا والیم معلوم کریں؟

دیا

$$V_1 = 350\ cm^3$$
$$P_1 = 650\ mm\ of\ Hg$$
$$P_2 = 325\ mm\ of\ Hg$$
$$V_2 = ?$$

حل

بوائل کے قانون کی رُو سے

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

یا

$$V_2 = \frac{P_1V_1}{P_2}$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$V_2 = \frac{650 \times 350}{325}$$
$$= 700\ cm^3$$

پس گیس کا پریشر آدھا کرنے سے اس کا والیم دوگنا ہو جاتا ہے۔

مثال 5.2

785 cm^3 والیم کی ایک گیس 600 mm of Hg پریشر پر ایک برتن میں بند ہے۔ اگر والیم 350 cm^3 تک کم کر دیا جائے تو اس کا پریشر کیا ہوگا؟

ڈیٹا

$$V_1 = 785\ cm^3$$
$$P_1 = 600\ mm\ of\ Hg$$
$$V_2 = 350\ cm^3$$
$$P_2 = ?$$

حل

بوائل کے قانون کی رو سے

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

یا

$$P_2 = \frac{P_1V_1}{V_2}$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$P_2 = \frac{785 \times 600}{350} = 1345.7\ mm\ of\ Hg$$

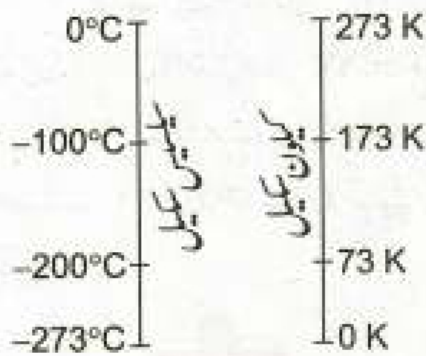
یا

$$P_2 = \frac{1345.7}{760} = 1.77\ atm$$

پس والیم کم کرنے سے پریشر بڑھتا ہے۔

ایبسولیوٹ ٹمپریچر سکیل (Absolute Temprature Scale)

لارڈ کیلون (Lord Kelvin) نے ایبسولیوٹ ٹمپریچر سکیل یا کیلون (Kelvin) سکیل کو متعارف کروایا۔ ٹمپریچر کا یہ سکیل صفر K یا −273.15°C سے شروع ہوتا ہے، جسے ایبسولیوٹ زیرو (absolute zero) کا نام دیا گیا۔ یہ وہ ٹمپریچر ہے، جس پر آئیڈیل گیس کا والیم زیرو ہوگا۔

جیسا کہ دونوں سکیلز میں ایک جیسی ڈگریاں ہیں۔ اس لیے، جب 0 K، −273 °C کے برابر ہوگا تب 273 K، 0 °C کے برابر ہوگا جیسا کہ سکیلز میں دکھایا گیا ہے۔

کیلون ٹمپریچر کی سیلسیس ٹمپریچر میں اور سیلسیس ٹمپریچر کی کیلون ٹمپریچر میں تبدیلی مندرجہ ذیل فارمولا سے کی جا سکتی ہے۔

$$(T)\,K = (T)\,°C + 273$$
$$(T)\,°C = (T)\,K - 273$$

5.2.2 چارلس کا قانون (Charles's Law)

پریشر کو کونسٹنٹ رکھتے ہوئے گیس کے والیم اور ٹمپریچر کے درمیان تعلق کا بھی مطالعہ کیا گیا۔ 1787ء میں فرانس کے سائنسدان جے۔ چارلس (J.Charles) نے اپنا قانون پیش کیا جس کے مطابق "اگر پریشر کو کونسٹنٹ رکھا جائے تو گیس کے دیے ہوئے ماس کا والیم اور ٹمپریچر ایک دوسرے کے ڈائریکٹلی پروپورشنل (directly proportional) ہوتے ہیں۔ جب پریشر P کونسٹنٹ ہوتا ہے تو گیس کے دیے ہوئے ماس کا والیم V ایبسولیوٹ ٹمپریچر (absolute temperature) کے ڈائریکٹلی پروپورشنل ہوتا ہے۔ حسابی طریقے میں اسے یوں لکھا جا سکتا ہے:

والیم $\propto$ ٹمپریچر یا $V \propto T$

$V = kT$ یا $\dfrac{V}{T} = k$

یہاں k پروپورشنیلیٹی کونسٹنٹ ہے۔ اگر گیس کا ٹمپریچر بڑھایا جائے تو اس کا والیم بھی بڑھے گا۔ جب ٹمپریچر T_1 سے T_2 تک تبدیل ہوتا ہے تو اس کا والیم V_1 سے V_2 ہو جائے گا۔ چارلس کے قانون کی مساوات یہ ہوگی۔

اگر $V_1 / T_1 = k$ ہو تو $V_2 / T_2 = k$ ہوگا۔

جیسا کہ دونوں مساواتوں کے کونسٹنٹ برابر ہیں اس لیے ان کے ویری ایبلز بھی برابر ہوں گے۔

اس لیے $\dfrac{V_1}{T_1} = \dfrac{V_2}{T_2}$

چارلس کے قانون کی تجرباتی تصدیق (Experimental Verification of Charles' Law)

جے۔ چارلس (1746-1823) ایک فرانسیسی موجد، سائنسدان اور ریاضی دان تھا۔ اس نے 1802ء میں وضاحت کی کہ کیسے گرم کرنے پر گیسز پھیلتی ہیں۔

آیئے ایک ایسے سلنڈر میں جس کا پسٹن حرکت کر سکے گیس کی کچھ مقدار لیتے ہیں۔ اگر گیس کا ابتدائی والیم V_1, 50 cm³ اور ابتدائی ٹمپریچر T_1, 25°C ہو تو 100°C تک گرم کرنے پر اس کا نیا والیم V_2, 62.5 cm³ ہوگا۔ ٹمپریچر بڑھانے سے والیم بھی بڑھتا ہے جیسا کہ نیچے دی گئی شکل 5.2 میں مشاہدہ کیا جا سکتا ہے۔

شکل 5.2 ٹمپریچر میں اضافے سے والیم میں بھی اضافہ ہوتا ہے۔

یاد رکھیے:
ہمیشہ سوال حل کرتے ہوئے ٹمپریچر کو سینٹی گریڈ °C سے کیلون K سکیل میں ضرور تبدیل کریں۔ K=273+°C

مثال 5.3

آکسیجن گیس کا والیم -30° C ٹمپریچر پر 250 cm³ ہے۔ اگر گیس کو 700 cm³ تک پھیلنے کی اجازت دی جائے تو اس کا فائنل ٹمپریچر معلوم کریں جبکہ پریشر کونسٹنٹ رکھا جائے؟

ڈیٹا

$$V_1 = 250\ cm^3$$
$$T_1 = -30\ °C = (-30+273) = 243\ K$$
$$V_2 = 700\ cm^3$$
$$T_2 = ?$$

حل

مساوات استعمال کرنے سے

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{V_2 T_1}{V_1}$$ یا

مساوات میں قیمتیں درج کرنے سے

$$T_2 = \frac{700 \times 243}{250} = 680.4\ K$$

پس ٹمپریچر میں اضافے سے گیس پھیلتی ہے۔

مثال 5.4

ہائیڈروجن گیس کا والیم 30 °C ٹمپریچر پر 160 cm³ ہے اگر اس کا ٹمپریچر 100 °C تک بڑھا دیا جائے تو اس کا والیم کیا ہوگا جبکہ پریشر کو کونسٹنٹ رکھا جائے؟

ڈیٹا

$$V_1 = 160\ cm^3$$
$$T_1 = 30\ °C = 303\ K \quad (\text{as } 0\ °C = 273\ K)$$
$$T_2 = 100\ °C = 373\ K$$
$$V_2 = ?$$

حل چارلس کے قانون کی رو سے

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

یا

$$V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1}$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$V_2 = \frac{160 \times 373}{303} = 196.9\ cm^3$$

پس ٹمپریچر میں اضافے سے گیس کے والیم میں بھی اضافہ ہوگا۔

یاد رکھیے:
ڈگری کا نشان (o) سیلسیس سکیل کے ساتھ لگایا جاتا ہے کیلون سکیل کے ساتھ نہیں۔

i- چارلس کے قانون میں کس فیکٹر (factor) کو کونسٹنٹ رکھا گیا؟
ii- پریشر میں اضافے سے گیس کا والیم کم کیوں ہوتا ہے؟
iii- ابسولیوٹ زیرو (Absolute zero) کیا ہے؟
iv- کیا کیلون سکیل منفی ٹمپریچر ظاہر کرتا ہے؟
v- جب گیس کو پھیلنے دیا جائے تو اس کے ٹمپریچر پر کیا اثر پڑتا ہے؟
vi- کیا آپ کسی گیس کا والیم بڑھا کر اسے ٹھنڈا کر سکتے ہیں۔

خود تشخیصی سرگرمی 5.3

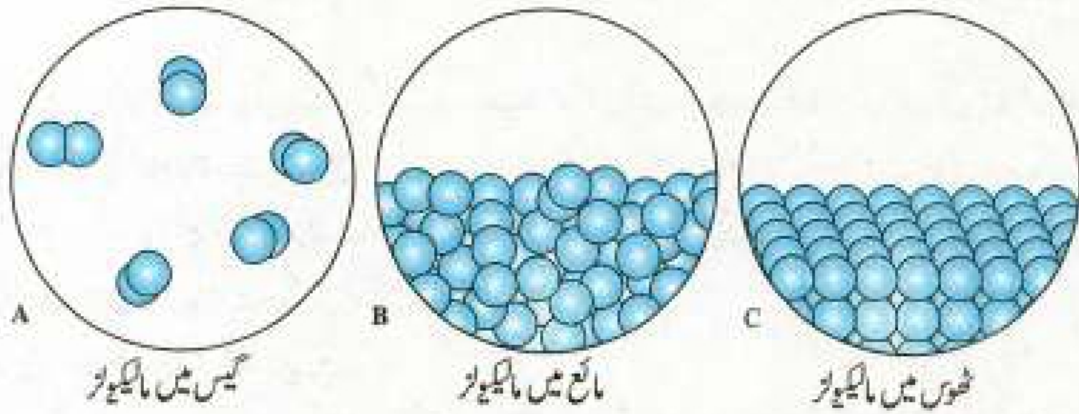
جسم کے ٹمپریچر کی پیمائش کن یونٹس میں کی جاتی ہے؟
جسم کے ٹمپریچر کو فارن ہائیٹ سکیل میں ناپا جاتا ہے۔ عام طور پر جسم کا ٹمپریچر 98.6 °F ہوتا ہے جو کہ 37 °C کے برابر ہے۔ یہ ٹمپریچر عام اوسط ایٹموسفیرک ٹمپریچر کے قریب ہے۔ سردیوں میں ایٹموسفیرک ٹمپریچر جسم کے ٹمپریچر سے کم ہو جاتا ہے۔ ایفیوژن کے قانون کے مطابق حرارت ہمارے جسم سے باہر بہ جاتی ہے اور ہمیں ٹھنڈک محسوس ہوتی ہے۔ اس بہاؤ کو قابو کرنے کے لیے ہم کالے اور گرم کپڑے پہنتے ہیں۔ جسم کا ٹمپریچر برقرار رکھنے کے لیے ہم خشک پھل، چائے، کافی اور گوشت وغیرہ کا استعمال کرتے ہیں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

5.3 مادہ کی طبیعی حالتیں اور انٹر مالیکیولر فورسز کا کردار
(Physical States of Matter and the Role of Intermolecular Forces)

جیسا کہ آپ جانتے ہیں کہ مادہ تین طبیعی حالتوں ٹھوس، مائع اور گیس میں پایا جاتا ہے۔ گیسی حالت میں مالیکیولز ایک دوسرے سے بہت دور ہوتے ہیں۔ اس لیے ان میں انٹر مالیکیولر فورسز بہت کمزور ہوتی ہیں۔ لیکن مائع اور ٹھوس حالت میں انٹر مالیکیولر فورسز ان کی خصوصیات میں اہم کردار ادا کرتی ہیں۔

مائع حالت میں مالیکیولز گیسز کے مقابلے میں زیادہ قریب ہوتے ہیں۔ جیسا کہ شکل 5.3 میں دکھایا گیا ہے۔ نتیجے کے طور پر مائع کے مالیکیولز کے درمیان مضبوط انٹر مالیکیولر فورسز پیدا ہو جاتی ہیں جو ان کی طبیعی خصوصیات مثلاً ڈفیوژن، ایویپوریشن،

ویپر پریشر اور بوائلنگ پوائنٹ پر اثر انداز ہوتی ہیں۔ ایسے کمپاؤنڈز جن میں مضبوط انٹر مالیکیولر فورسز ہوتی ہیں، ان کے بوائلنگ پوائنٹ زیادہ ہوتے ہیں۔ جیسا کہ آپ سیکشن 5.3.3 میں دیکھیں گے۔

شکل 5.3: مادہ کی تین حالتوں میں انٹر مالیکیولر فورسز کا اظہار

ٹھوس حالت میں انٹر مالیکیولر فورسز اتنی زیادہ ہو جاتی ہیں کہ مالیکیولز حرکت بھی نہیں کر سکتے۔ وہ ایک باقاعدہ طریقے سے جڑ جاتے ہیں۔ اس لیے یہ مائع کی نسبت بھاری ہوتے ہیں۔

مائع حالت (Liquid State)

مائع کا خاص والیم ہوتا ہے۔ لیکن ان کی کوئی خاص شکل نہیں ہوتی۔ مائع کو جس برتن میں ڈالا جاتا ہے یہ اسی کی شکل اختیار کر لیتا ہے۔ مائع کی چند اہم خصوصیات نیچے بیان کی گئی ہیں۔

5.3: اہم خصوصیات (Typical Properties)

5.3.1 ایویپوریشن (Evaporation)

کسی مائع کے ویپرز میں تبدیل ہونے کے عمل کو ایویپوریشن (evaporation) کہتے ہیں۔ اس کا الٹ کنڈنسیشن (condensation) ہے جس میں ایک گیس مائع میں تبدیل ہوتی ہے۔ ایویپوریشن ایک اینڈوتھرمک (endothermic) عمل ہے، جس کا مطلب ہے کہ اس عمل میں حرارت جذب ہوتی ہے۔ جب پانی کے 1 مول کو مائع حالت سے ویپرز میں تبدیل کیا جاتا ہے تو 40.7kJ انرجی جذب ہوتی ہے۔

$$H_2O_{(l)} \longrightarrow H_2O_{(g)} \qquad \Delta H^\circ_{vap} = 40.7kJ\ mol^{-1}$$

مائع حالت میں مالیکیولز مسلسل حرکت کی حالت میں ہوتے ہیں۔ ان میں کائی نیٹک انرجی ہوتی ہے لیکن تمام مالیکیولز کی انرجی ایک جیسی نہیں ہوتی۔ زیادہ تر مالیکیولز اوسط کائی نیٹک انرجی رکھتے ہیں جبکہ چند مالیکیولز کی انرجی اوسط سے زیادہ ہوتی ہے۔ ایسے مالیکیولز جن کی اوسط کائی نیٹک انرجی زیادہ ہوتی ہے وہ مالیکیولز کے درمیان موجود فورسز پر غالب آ جاتے ہیں اور مائع کی سطح سے

باہر نکل جاتے ہیں۔ اس عمل کو ایو یپوریشن کہتے ہیں۔

ایو یپوریشن ایک مسلسل عمل ہے جو تمام ٹمپریچرز پر ہوتا رہتا ہے۔ ایو یپوریشن کی رفتار اور ٹمپریچر ایک دوسرے کے ڈائریکٹلی پروپورشنل ہوتے ہیں۔ مالیکیولز کی کائی نیٹک انرجی بڑھنے کی وجہ سے ٹمپریچر میں اضافہ ہوتا ہے جس سے ایو یپوریشن میں بھی اضافہ ہوتا ہے۔

ایو یپوریشن ٹھنڈک پیدا کرنے والا عمل ہے۔ جب زیادہ کائی نیٹک انرجی والے مالیکیولز ویپرز بن کے نکل جاتے ہیں تو باقی مالیکیولز کا ٹمپریچر کم ہو جاتا ہے۔ انرجی کی اس کمی کو پورا کرنے کے لیے مائع کے مالیکیولز گردونواح سے انرجی جذب کرتے ہیں۔ نتیجے کے طور پر گردونواح کا ٹمپریچر کم ہو جاتا ہے اور ہم ٹھنڈک محسوس کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر جب ہم ہتھیلی پر پٹرول کا قطرہ ڈالتے ہیں تو پٹرول ویپرز بن کر اڑ جاتا ہے اور ہمیں ٹھنڈک کا احساس ہوتا ہے۔

ایو یپوریشن کا انحصار مندرجہ ذیل فیکٹرز پر ہے۔

i **سطحی رقبہ (surface area):** ایو یپوریشن ایک سطحی عمل ہے۔ جتنا سطحی رقبہ زیادہ ہوگا ایو یپوریشن کا عمل اتنا ہی زیادہ تیز ہوگا۔ مثال کے طور پر اکثر چائے کو جلدی ٹھنڈا کرنے کے لیے پرچ (saucer) استعمال کی جاتی ہے۔ یہ اس لیے ہوتا ہے کہ کپ کے چھوٹے سطحی رقبے کی نسبت پرچ کے بڑے سطحی رقبے میں زیادہ ویپرز بنتے ہیں۔

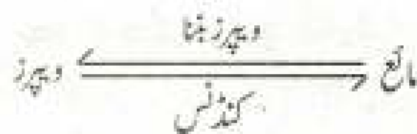
ii **ٹمپریچر (Temperature):** زیادہ ٹمپریچر پر ایو یپوریشن کی شرح تیز ہوتی ہے۔ کیونکہ زیادہ ٹمپریچر پر مالیکیولز کی کائی نیٹک انرجی اس قدر بڑھ جاتی ہے کہ وہ انٹر مالیکیولر فورسز پر غالب آ جاتے ہیں اور تیزی سے ویپرز بن جاتے ہیں۔ مثال کے طور پر گرم پانی والے برتن میں پانی کی سطح جلدی کم ہو جاتی ہے بہ نسبت ٹھنڈے پانی والے برتن کے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ گرم پانی ٹھنڈے پانی کی نسبت جلدی ویپرز میں تبدیل ہو جاتا ہے۔

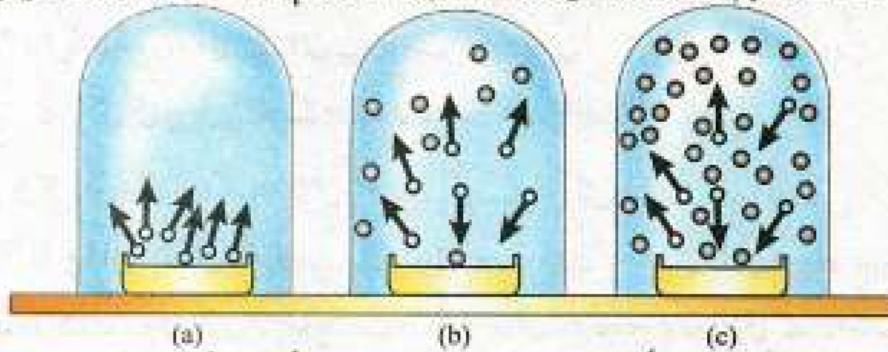
iii **انٹر مالیکیولر فورسز (Intermolecular forces):** اگر انٹر مالیکیولر فورسز زیادہ ہوں گی تو مائع کے مالیکیولز کو ویپرز میں تبدیل ہونے میں دشواری ہوگی۔ مثال کے طور پر پانی میں انٹر مالیکیولر فورسز پٹرول کی نسبت زیادہ ہوتی ہیں۔ اس لیے پٹرول پانی کی نسبت تیزی سے ویپرز میں تبدیل ہو جاتا ہے۔

5.3.2 ویپر پریشر (Vapour Pressure)

ایک خاص ٹمپریچر پر مائع کے ویپرز کا مائع کے ساتھ ایکوی لبریم (equilibrium) کی حالت میں پڑنے والا پریشر اس مائع کا ویپر پریشر (vapour pressure) کہلاتا ہے۔

ایکوی لبریم وہ حالت ہے جب ویپرز کے بننے اور کنڈنس (condense) ہونے کی شرح ایک دوسرے کے برابر مگر مخالف سمت میں ہو جائے۔

$$\text{مائع} \underset{\text{کنڈنس}}{\overset{\text{ویپرز بننا}}{\rightleftharpoons}} \text{ویپرز}$$

مائع کی کھلی سطح سے مالیکیولز ویپرز میں تبدیل ہوتے ہیں اور ہوا میں شامل ہو جاتے ہیں لیکن جب ہم کسی سسٹم کو بند کر دیں تو

ویپرز کے مالیکیولز مائع کی سطح پر اکٹھے ہونا شروع ہو جاتے ہیں۔ شروع میں ویپرز کا مائع میں تبدیل ہونے کا عمل آہستہ آہستہ ہوتا ہے۔ کچھ دیر بعد کنڈنسیشن کا عمل تیز ہو جاتا ہے اور ایک ایسا وقت آتا ہے جب ویپرز بننے اور کنڈنس ہونے کی رفتار ایک جیسی ہو جاتی ہے۔ اس وقت ویپرز بننے والے اور دوبارہ ٹھنڈا ہو کر مائع میں تبدیل ہونے والے مالیکیولز کی تعداد برابر ہو جاتی ہے۔ یہ حالت ڈائنامک ایکوی لبریم (dynamic equilibrium) کہلاتی ہے جیسا کہ شکل 5.4 میں دکھایا گیا ہے۔

شکل 5.4: مائع اور اس کے ویپرز کے درمیان ڈائنامک ایکوی لبریم کی حالت

کسی مائع کے ویپر پریشر کا انحصار مندرجہ ذیل فیکٹرز پر ہے

i- **مائع کی نوعیت(Nature of liquid):** ویپر پریشر کا انحصار مائع کی نوعیت پر ہے۔ ایک ہی ٹمپریچر پر پولر مائع کا ویپر پریشر نان پولر مائع کے ویپر پریشر سے کم ہوتا ہے۔ اس کی وجہ مائع کے پولر مالیکیولز کے درمیان پائی جانے والی مضبوط انٹر مالیکیولر فورسز ہیں۔ مثال کے طور پر ایک ہی ٹمپریچر پر پانی کا ویپر پریشر پٹرول کی نسبت کم ہوتا ہے۔

ii- **مالیکیولز کا سائز (Size of molecules):** چھوٹے سائز کے مالیکیولز بڑے سائز کے مالیکیولز کی نسبت جلدی ویپرز میں تبدیل ہو جاتے ہیں، اسی لیے چھوٹے سائز کے مالیکیولز زیادہ ویپر پریشر ڈالتے ہیں۔ مثال کے طور پر ہیگزین (hexane) C_6H_{14}، ڈیکین (decane) $C_{10}H_{22}$ کی نسبت چھوٹا مالیکیول ہے۔ C_6H_{14} تیزی سے ویپرز میں تبدیل ہوتا ہے اور $C_{10}H_{22}$ سے زیادہ ویپر پریشر ڈالتا ہے۔

iii- **ٹمپریچر (Temperature):** کم ٹمپریچر کی نسبت زیادہ ٹمپریچر پر ویپرز کا پریشر زیادہ ہوتا ہے۔ زیادہ ٹمپریچر پر مالیکیولز کی کائی نیٹک انرجی کافی بڑھ جاتی ہے اور وہ انہیں ویپرز بننے اور زیادہ ویپر پریشر ڈالنے کے قابل بناتی ہے۔

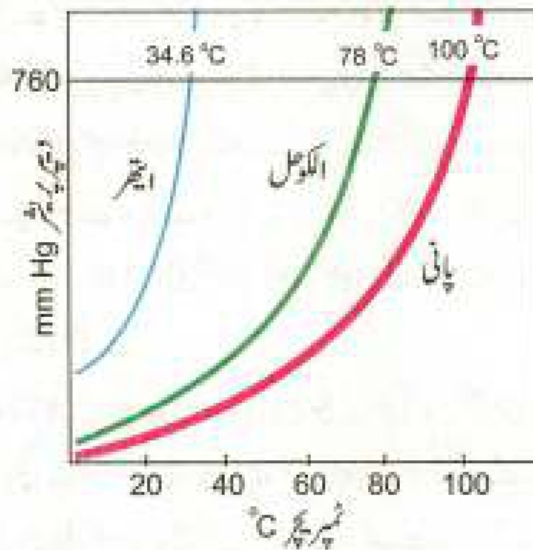
مثال کے طور پر مختلف ٹمپریچرز پر پانی کا ویپر پریشر ٹیبل 5.1 میں دیا گیا ہے۔

ٹیبل 5.1: پانی کے ویپر پریشر اور ٹمپریچر کے درمیان تعلق

ٹمپریچر °C	ویپر پریشر mmHg	ٹمپریچر °C	ویپر پریشر mmHg
0	4.58	60	149.4
20	17.5	80	355.1
40	55.3	100	760.0

5.3.3 بوائلنگ پوائنٹ (Boiling Point)

جب مائع کو گرم کیا جاتا ہے تو اس کے مالیکیولز انرجی حاصل کرتے ہیں۔ اس طرح مالیکیولز کی اوسط کائی نیٹک انرجی بڑھ جاتی ہے۔ زیادہ انرجی رکھنے کی وجہ سے یہ مالیکیولز آپس میں انٹر مالیکیولر فورسز کو ختم کر دیتے ہیں۔ جسکے نتیجہ میں ایوپوریشن کی شرح بڑھ جاتی ہے اور ویپر پریشر بڑھتا جاتا ہے اور اس حد تک پہنچ جاتا ہے کہ مائع کا ویپر پریشر ایٹموسفیرک پریشر کے برابر ہو جاتا ہے۔ اور مائع بوائل کرنا شروع کر دیتا ہے۔ اس لیے بوائلنگ پوائنٹ کو اس طرح بیان کیا جاسکتا ہے "وہ ٹمپریچر جس پر مائع کا ویپر پریشر ایٹموسفیرک پریشر یا کسی بھی بیرونی پریشر کے برابر ہو جاتا ہے بوائلنگ پوائنٹ کہلاتا ہے"۔

شکل 5.5 ڈائی ایتھائل ایتھر، ایتھائل الکحل اور پانی کے ٹمپریچر میں اضافے کے ساتھ ویپر پریشر میں اضافے کو ظاہر کرتی ہے۔ 0 °C پر ڈائی ایتھائل ایتھر کا ویپر پریشر 200 mm Hg ، ایتھائل الکحل کا 25 mm Hg جبکہ پانی کا تقریباً 5 mm Hg ہے۔ جب انہیں گرم کیا جاتا ہے تو ڈائی ایتھائل ایتھر کا ویپر پریشر تیزی سے بڑھتا ہے اور 34.6 °C پر ایٹموسفیرک پریشر کے برابر ہو جاتا ہے، جبکہ پانی کا ویپر پریشر آہستگی سے بڑھتا ہے کیونکہ پانی میں موجود انٹر مالیکیولر فورسز بہت مضبوط ہوتی ہیں۔ شکل ظاہر کرتی ہے کہ جب مائع بوائلنگ پوائنٹ کے نزدیک ہوتے ہیں تو ویپر پریشر تیزی سے بڑھتا ہے۔

شکل 5.5: ایتھر، الکحل اور پانی کا بوائلنگ پوائنٹ

مائع کے بوائلنگ پوائنٹ کا انحصار مندرجہ ذیل فیکٹرز پر ہوتا ہے:

i- **مائع کی نوعیت (Nature of liquid)** چونکہ پولر مائع کو ویپرز میں تبدیل کرنے میں مشکل ہوتی ہے۔ اس لیے پولر مائع کے بوائلنگ پوائنٹ نان پولر مائع سے زیادہ ہوتے ہیں۔ چند مائعات کے بوائلنگ پوائنٹ ٹیبل 5.2 میں دیے گئے ہیں۔

ii- **انٹر مالیکیولر فورسز (Intermolecular forces)**: مائع کے بوائلنگ پوائنٹ میں انٹر مالیکیولر فورسز اہم کردار ادا کرتی

ہیں۔ مضبوط انٹر مالیکیولر فورسز رکھنے والے مائعات کے بوائلنگ پوائنٹ بہت زیادہ ہوتے ہیں کیونکہ ان کے ویپر پریشر بہت زیادہ ٹمپریچر پر ایٹموسفیرک پریشر کے برابر ہوتے ہیں۔ یہ شکل 5.5 میں دکھایا گیا ہے۔

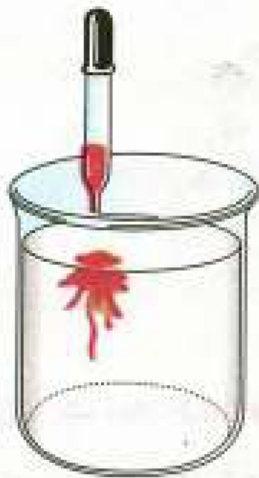
iii- **بیرونی پریشر (External pressure)**: مائع کے بوائلنگ پوائنٹ کا انحصار بیرونی پریشر پر بھی ہوتا ہے۔ ایک مائع کے بوائلنگ پوائنٹ کو بیرونی پریشر بڑھا کر بڑھایا جاسکتا ہے اور اسی طرح اس کا اُلٹ بھی کیا جاسکتا ہے۔ پریشر ککر اسی اصول پر کام کرتا ہے۔

5.3.4: فریزنگ پوائنٹ (Freezing Point)

جب مائع کو ٹھنڈا کیا جاتا ہے تو ان کا ویپر پریشر کم ہوتا ہے اور ایک وقت آتا ہے جب مائع حالت کا ویپر پریشر ٹھوس حالت کے ویپر پریشر کے برابر ہو جاتا ہے۔ اس ٹمپریچر پر مائع اور ٹھوس ایک دوسرے کے ساتھ ڈائنامک ایکویلبریم میں پائے جاتے ہیں اور یہ مائع کا فریزنگ پوائنٹ (freezing point) کہلاتا ہے۔ ٹیبل 5.2 میں چند مائعات کے بوائلنگ پوائنٹ اور فریزنگ پوائنٹ بھی دیے گئے ہیں۔

ٹیبل 5.2: عام مائع کے فریزنگ پوائنٹ اور بوائلنگ پوائنٹ

سیریل نمبر	مائع	فریزنگ پوائنٹ °C	بوائلنگ پوائنٹ °C
1	ڈائی ایتھائل ایتھر	-116	34.6
2	ایتھائل الکحل	-115	78
3	پانی	0.0	100
4	این۔ اوکٹین	-57	126
5	ایسیٹک ایسڈ	16.6	118

5.3.5 ڈفیوژن (Diffusion)

مائع کے مالیکیولز مسلسل حرکت کی حالت میں ہوتے ہیں۔ یہ زیادہ کنسنٹریشن (concentration) سے کم کنسنٹریشن کی جانب حرکت کرتے ہیں۔ یہ دوسرے مائع کے مالیکیولز کے ساتھ اس طرح ملتے ہیں کہ ایک ہوموجینیس مکسچر بنا دیتے ہیں۔ مثال کے طور پر جب پانی کے ایک بیکر میں روشنائی (ink) کے چند قطرے شامل کیے جاتے ہیں تو روشنائی کے مالیکیولز ادھر اُدھر حرکت کرتے ہیں اور کچھ دیر بعد پورے بیکر میں پھیل جاتے ہیں۔ مائع میں ڈفیوژن کا عمل بھی گیسز کی طرح ہوتا ہے لیکن ڈفیوژن کی شرح بہت سست ہوتی ہے۔

شکل نمبر 5.6: مائع میں ڈفیوژن

مائع کے ڈیفیوژن کا انحصار مندرجہ ذیل فیکٹرز پر ہوتا ہے:

i- انٹر مالیکیولر فورسز (Intermolecular forces): ایسے مائعات جن میں کمزور انٹر مالیکیولر فورسز ہوتی ہیں ان میں ڈیفیوژن کا عمل مضبوط انٹر مالیکیولر فورسز والے مائع کی نسبت تیز ہوتا ہے۔

ii- مالیکیولز کا سائز (Size of molecules): بڑے سائز کے مالیکیولز میں ڈیفیوژن کا عمل سُست ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر شہد کا پانی میں ڈیفیوژن کا عمل الکحل کا پانی میں ڈیفیوژن کے عمل سے سُست ہوتا ہے۔

iii- مالیکیولز کی اشکال (Shapes of molecules): باقاعدہ شکل کے مالیکیولز چونکہ آسانی سے پھیل اور تیزی سے حرکت کر سکتے ہیں اس لیے ان میں ڈیفیوژن کا عمل بے قاعدہ شکل کے مالیکیولز سے تیز ہوتا ہے۔

iv- ٹمپریچر (Temperature): ٹمپریچر بڑھانے سے ڈیفیوژن کا عمل بھی بڑھتا ہے کیونکہ زیادہ ٹمپریچر پر انٹر مالیکیولر فورسز کمزور ہوتی ہیں۔

5.3.6 ڈینسٹی (Density)

مائع کی ڈینسٹی کا انحصار اس کے ماس پر یونٹ (per unit) والیم پر ہوتا ہے۔ مائع گیسز کی نسبت بھاری ہوتے ہیں، کیونکہ مائع کے مالیکیولز ایک دوسرے کے بہت قریب ہوتے ہیں اور ان کے درمیان جگہ نہ ہونے کے برابر ہوتی ہے۔ جیسا کہ مائع کے مالیکیولز کے درمیان مضبوط انٹر مالیکیولر فورسز ہوتی ہیں اس لیے یہ آزادانہ طور پر پھیل نہیں سکتے اور ان کا مخصوص والیم ہوتا ہے۔ گیسز کی طرح یہ برتن میں موجود تمام جگہ نہیں گھیرتے۔ اس وجہ سے مائع کی ڈینسٹی زیادہ ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر پانی کی ڈینسٹی $1.0\ gcm^{-3}$ ہے جبکہ ہوا کی ڈینسٹی $0.001gcm^{-3}$ ہے۔ یہی وجہ ہے کہ بارش کے قطرے نیچے کی طرف گرتے ہیں۔ مختلف مائعات کی ڈینسٹی مختلف ہوتی ہے۔ آپ مشاہدہ کر سکتے ہیں کہ کیروسین آئل (kerosene oil) پانی پر تیرتا ہے جبکہ شہد پانی میں نیچے بیٹھ جاتا ہے۔

i- ٹمپریچر میں اضافے سے ایویپوریشن میں اضافہ کیوں ہوتا ہے؟
ii- کنڈینسیشن سے کیا مراد ہے؟
iii- زیادہ ٹمپریچر پر ویپر پریشر زیادہ کیوں ہوتا ہے؟
iv- پانی کا بوائلنگ پوائنٹ الکحل سے زیادہ کیوں ہے؟
v- ڈائنامک ایکوی لبریم سے کیا مراد ہے؟
vi- گیسز کی نسبت مائع میں ڈیفیوژن کا عمل سُست کیوں ہوتا ہے؟
vii- ٹمپریچر میں اضافے سے ڈیفیوژن میں کیوں اضافہ ہوتا ہے؟
viii- مائع موبائل (mobile) کیوں ہوتے ہیں؟

خود تشخیصی سرگرمی 5.4

ٹھوس حالت (Solid State)

یہ مادہ کی تیسری حالت ہے جس کی مخصوص شکل اور والیم ہوتا ہے۔ ٹھوس حالت میں مالیکیولز ایک دوسرے کے بہت قریب اور آپس میں مضبوطی سے جکڑے ہوتے ہیں۔ انٹر مالیکیولر فورسز اس قدر مضبوط ہوتی ہیں کہ پارٹیکلز تقریباً حرکت نہیں

کر پاتے اس لیے ان میں ڈیفیوژن کا عمل بھی نہیں ہوتا۔ ٹھوس پارٹیکلز میں صرف وائبریشنل موشن (vibrational motion) ہوتی ہے۔

5.4 اہم خصوصیات (Typical properties)

ٹھوس اشیا کچھ اہم خصوصیات رکھتے ہیں جن میں سے چند مندرجہ ذیل ہیں۔

5.4.1 میلٹنگ پوائنٹ (Melting Point)

ٹھوس پارٹیکلز صرف وائبریشنل کائی نیٹک انرجی رکھتے ہیں۔ جب ٹھوس کو گرم کیا جاتا ہے تو مالیکولز کی وائبریشنل انرجی بڑھتی ہے اور پارٹیکلز اپنی مخصوص جگہ پر تیزی سے وائبریٹ کرتے ہیں۔ اگر مسلسل حرارت فراہم کی جائے تو ایک وقت ایسا آتا ہے جب پارٹیکلز اپنی مخصوص جگہ کو چھوڑ دیتے ہیں اور پھر موبائل ہو جاتے ہیں۔ اس ٹمپریچر پر ٹھوس پگھلتے ہیں۔ وہ ٹمپریچر جس پر ایک ٹھوس پگھلنا شروع ہوتا ہے اور مائع حالت کے ساتھ ڈائنا مک ایکوی لبریم میں ہوتا ہے، میلٹنگ پوائنٹ کہلاتا ہے۔ تمام آئیونک اور کوویلنٹ ٹھوس کمپاؤنڈز کے میلٹنگ پوائنٹ بہت زیادہ ہوتے ہیں۔

$$\text{ٹھوس} \rightleftharpoons \text{مائع}$$

5.4.2 ریجیڈیٹی (Rigidity)

ٹھوس کے پارٹیکلز موبائل نہیں ہوتے۔ ان کی مخصوص جگہ ہوتی ہے۔ اس لیے ساخت کے لحاظ سے ٹھوس سخت (rigid) ہوتے ہیں۔

5.4.3 ڈینسٹی (Density)

ٹھوس اشیا مائع اور گیسز کی نسبت بھاری ہوتی ہیں کیونکہ ٹھوس کے پارٹیکلز آپس میں مضبوطی سے جکڑے ہوئے ہوتے ہیں اور ان پارٹیکلز کے درمیان خالی جگہیں نہیں ہوتیں۔ اس لیے یہ مادہ کی تینوں حالتوں میں سے سب سے زیادہ ڈینسٹی رکھتے ہیں۔ مثال کے طور پر ایلومینیم کی ڈینسٹی $2.70\ g\ cm^{-3}$، لوہے کی $7.86\ g\ cm^{-3}$ اور سونے کی $19.3\ g\ cm^{-3}$ ہے۔

5.5 ٹھوس کی اقسام (Types of Solids)

عام ظاہری حالت کی بنا پر ٹھوس اشیا کی دو اقسام ایمورفس (amorphous) اور کرسٹلائن (crystalline) ہوتی ہیں۔

5.5.1 ایمورفس ٹھوس (Amorphous Solids)

ایمورفس کا مطلب ہے بے شکل۔ ایسے ٹھوس جن میں پارٹیکلز کی ترتیب باقاعدہ نہیں ہوتی یا جن کی باقاعدہ شکلیں نہیں ہوتی انہیں ایمورفس ٹھوس اشیا کہتے ہیں۔ ان کے میلٹنگ پوائنٹ مقرر یا مخصوص نہیں ہوتے۔ پلاسٹک، ربڑ اور حتیٰ کہ شیشہ بھی

ایمورفس ٹھوس ہے اور یہ زیادہ میلٹنگ پوائنٹ نہیں رکھتے۔

5.5.2 کرسٹلائن ٹھوس (Crystalline Solids)

ایسے ٹھوس جن میں پارٹیکلز مخصوص سہ رخی انداز (pattern) سے ترتیب دیے گئے ہوتے ہیں، کرسٹلائن ٹھوس اشیا کہلاتے ہیں۔ ان کی واضح سطحیں اور کنارے ہوتے ہیں۔ ہر کنارا دوسرے کے ساتھ مخصوص زاویہ بناتا ہے۔ ان کے میلٹنگ پوائنٹ مخصوص اور زیادہ ہوتے ہیں۔ کرسٹلائن ٹھوس کی اقسام ہیرا، سوڈیم کلورائڈ وغیرہ ہیں۔

5.6 ایلوٹروپی (Allotropy)

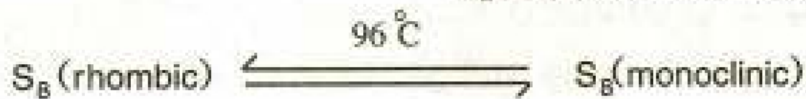
کسی ایلیمنٹ کا ایک ہی طبیعی حالت میں مختلف اشکال میں پایا جانا ایلوٹروپی (allotropy) کہلاتا ہے۔ ایلوٹروپی کی وجوہات یہ ہیں:

i- کسی ایلیمنٹ کی دو یا دو سے زیادہ اقسام میں موجودگی جن میں ایٹمز کی تعداد مختلف ہو، جیسا کہ آکسیجن کے ایلوٹروپ آکسیجن (O_2) اور اوزون (O_3) ہیں۔

ii- ایلیمنٹ کی کرسٹل میں دو یا دو سے زیادہ ایٹمز یا مالیکیولز کی مختلف ترتیب کی وجہ سے، جیسا کہ سلفر کرسٹل (S_8) مالیکیولز کی مختلف ترتیب کی وجہ سے ایلوٹروپی کا مظاہرہ کرتی ہے۔

ایلوٹروپس ہمیشہ مختلف طبیعی خصوصیات ظاہر کرتے ہیں لیکن ان کی کیمیائی خصوصیات ایک جیسی یا مختلف ہو سکتی ہیں۔

ٹھوس کے ایلوٹروپس دیے ہوئے ٹمپریچر پر ایٹمز کی مختلف ترتیب رکھتے ہیں۔ ٹمپریچر میں تبدیلی سے ایٹمز کی ترتیب بھی بدلتی ہے اور ایک نئی ایلوٹروپک شکل بن جاتی ہے۔ وہ ٹمپریچر جس پر ایک ایلوٹروپ دوسرے میں تبدیل ہوتا ہے اسے ٹرانزیشن ٹمپریچر (transition temperature) کہتے ہیں۔ مثال کے طور پر سلفر کا ٹرانزیشن ٹمپریچر 96 °C ہے۔ اس سے کم ٹمپریچر پر یہ رومبک (rhombic) شکل میں پایا جاتا ہے۔ اگر رومبک شکل کو 96 °C تک گرم کیا جائے تو اس کے مالیکیولز اپنے آپ کو دوبارہ ترتیب دے کر مونوکلینک (monoclinic) شکل بناتے ہیں۔

$$S_8\,(\text{rhombic}) \underset{}{\overset{96\,^\circ C}{\rightleftharpoons}} S_8\,(\text{monoclinic})$$

دوسری مثالوں میں فاسفورس اور ٹن (tin) شامل ہیں۔

$$P_4\,(\text{سفید}) \overset{250\,^\circ C}{\rightleftharpoons} (P_4)_n\,(\text{سرخ})$$

$$Sn\,\text{سرمئی}\,(\text{cubic}) \overset{13.2^\circ C}{\rightleftharpoons} Sn\,\text{سفید}\,(\text{tetragonal})$$

سفید فاسفورس ایک بہت ہی زیادہ ری ایکٹو، زہریلا اور نرم مومی ٹھوس ہے۔ یہ ٹیٹرا اٹامک مالیکیولز (tetra atomic molecules) کی شکل میں موجود ہوتا ہے۔ جبکہ سرخ فاسفورس کم ری ایکٹو، غیر زہریلا اور بھربھرا پاؤڈر ہے۔

i- سلفر روم ٹمپریچر پر کس حالت میں پایا جاتا ہے؟
ii- روم ٹمپریچر پر سفیدٹن کیوں دستیاب ہوتا ہے؟
iii- ٹھوس کا میلٹنگ پوائنٹ اس کا شناختی وصف کیوں تصور کیا جاتا ہے؟
iv- کیوں ایمورفس ٹھوس زیادہ میلٹنگ پوائنٹ نہیں رکھتے جبکہ کرسٹلائن ٹھوس رکھتے ہیں؟
v- ایلومینیم یا سونے میں سے کونسی میٹل ہلکی ہے؟
vi- سلفر مالیکیول کا مالیکیولر فارمولا لکھیں۔
vii- سلفر کی کونسی ایلوٹروپک شکل روم ٹمپریچر (25 °C) پر پائی جاتی ہے؟
viii- ایلوٹروپی کا مظاہرہ ایلیمنٹ کرتے ہیں یا کمپاؤنڈ یا دونوں؟

خود تشخیصی سرگرمی 5.5

گوشت کو محفوظ کرنے کے لیے نمک کا استعمال (Curing with salt to preserve meat)

خوردنی نمک گوشت کو محفوظ کرنے کا ایک اہم جز ہے اور بہت بڑی مقدار میں استعمال کیا جاتا ہے۔ نمک گوشت میں سے پانی کو خشک کر کے بہت سے بیکٹیریا کو مارتا اور ان کی نشوونما کو روکتا ہے۔ ناپسندیدہ بیکٹیریا کی زیادہ تر انواع (species) کو مارنے کے لیے 20% تک کنسنٹریٹڈ (concentrated) نمک کی ضرورت ہوتی ہے۔ اگر گوشت میں نمک کی مقدار مناسب ہو تو یہ گوشت کو نقصان دہ مائیکروبز (microbes) سے محفوظ رکھتا ہے۔

سائنس کی ترقی کے ساتھ آلات میں تبدیلی (Change of Instrumentation as the Science Progresses)

آلات کے کام کرنے کے متعلق بہت سے پہلو قابلِ غور ہیں۔ سائنسی مشاہدات کو انسانی حسی نظام کے ذریعے معلوم کیا جاتا ہے۔ یہ عام طور پر ان آلات پر منحصر ہے جو دنیا اور حواسوں کے درمیان واسطے کے طور پر کام کرتے ہیں۔ آلات کو حواسوں کی مدد کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ مشاہدہ کرنے کی قوت کو بڑھانے کے عمل کو آسان بنانے کے لیے بہت زیادہ وسعت فراہم کرتے ہیں۔ مزید برآں، سائنسی آلات پہلے سے بنائی گئی تھیوریز کو چیک کرنے، رد کرنے اور تبدیل کرنے میں ایک بنیادی کردار ادا کرتے ۔

اہم نکات

- گیسز میں ڈفیوژن کا عمل تیزی سے ہوتا ہے۔ ڈفیوژن سے مُراد گیس کا دوسری گیسز کے ساتھ مکسنگ ہے۔
- ایک چھوٹے سوراخ سے گیس کے مالیکیولز کا نکلنا ایفیوژن (Effusion) کہلاتا ہے۔
- گیسز پریشر رکھتی ہیں۔ پریشر کا SI یونٹ Nm^{-2} ہے جسے پاسکل (Pa) بھی کہتے ہیں۔
- سٹینڈرڈ ایٹموسفیرک پریشر وہ پریشر ہے جو سطح سمندر پر 760 mm of Hg بلند کالم ڈالتا ہے، یہ 1atm کے برابر ہوتا ہے۔
- گیسز بہت زیادہ موبائل ہوتی ہیں اور انہیں دبایا جاسکتا ہے۔
- گیسز مائع اور ٹھوس کی نسبت 1000 گنا ہلکی ہوتی ہیں۔ اس لیے ان کی ڈینسٹی کو $g\ dm^{-3}$ میں ناپا جاتا ہے۔

- بوائل کے قانون کے مطابق کسی گیس کے دیے ہوئے ماس کا والیم اور پریشر کونسٹنٹ ٹمپریچر پر ایک دوسرے کے انورسلی پروپورشنل ہوتے ہیں۔
- چارلس کے قانون کے مطابق کسی گیس کے دیے ہوئے ماس کا والیم اور ٹمپریچر کونسٹنٹ پریشر پر ایک دوسرے کے ڈائریکٹلی پروپورشنل ہوتے ہیں۔
- ایبسولیوٹ ٹمپریچر وہ ٹمپریچر ہے جس پر کسی آئیڈیل گیس کا والیم زیرو ہوگا۔ اس کی ویلیو -273.15°C ہے۔
- تمام ٹمپریچرز پر مائع کا ویپرز میں تبدیل ہونے کا عمل ایویپوریشن کہلاتا ہے۔ یہ ایک ٹھنڈک پیدا کرنے والا عمل ہے۔
- ایویپوریشن کا انحصار سطحی رقبہ، ٹمپریچر اور انٹرمالیکیولر فورسز پر ہوتا ہے۔
- جب مائع اور ویپرز ایک دوسرے کے ساتھ ڈائنامک ایکوی لبریم میں ہوتے ہیں تو ویپرز کی وجہ سے لگایا جانے والا پریشر ویپر پریشر کہلاتا ہے۔
- بوائلنگ پوائنٹ وہ ٹمپریچر ہے جس پر مائع کا ویپر پریشر، ایٹموسفیرک پریشر یا کسی بھی بیرونی پریشر کے برابر ہو جاتا ہے۔
- بوائلنگ پوائنٹ کا انحصار مائع کی نوعیت، انٹرمالیکیولر فورسز اور بیرونی پریشر پر ہوتا ہے۔
- فریزنگ پوائنٹ سے مُراد وہ ٹمپریچر ہے جس پر مائع اور ٹھوس حالت کا ویپر پریشر ایک دوسرے کے برابر ہو جاتا ہے۔ اس ٹمپریچر پر مائع اور ٹھوس ایک دوسرے کے ساتھ ڈائنامک ایکوی لبریم میں پائے جاتے ہیں۔
- کسی ٹھوس کا میلٹنگ پوائنٹ وہ ٹمپریچر ہے جس پر جب ٹھوس کو گرم کیا جاتا ہے تو یہ پگھلتا ہے اور مائع کے ساتھ ڈائنامک ایکوی لبریم میں پایا جاتا ہے۔
- ٹھوس مائع کی نسبت سخت اور بھاری ہوتے ہیں۔
- ٹھوس کی دو اقسام ایمورفس اور کرسٹلائن ٹھوس ہیں۔
- ایمورفس ٹھوس اشیا کی کوئی خاص شکل نہیں ہوتی اور ان کا میلٹنگ پوائنٹ مخصوص نہیں ہوتا۔
- کرسٹلائن ٹھوس اجسام میں پارٹیکلز مخصوص سہ رخی ترتیب سے جڑے ہوتے ہیں۔ ان کے میلٹنگ پوائنٹ زیادہ اور مخصوص ہوتے ہیں
- ایلیمنٹ کا مختلف طبیعی حالتوں میں پایا جانا ایلوٹروپی کہلاتا ہے۔

مشق

کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر ✓ کا نشان لگائیں۔

1- مائع گیسز سے کتنے گنا زیادہ بھاری ہوتے ہیں؟

(a) 100 گنا (b) 1000 گنا (c) 10,000 گنا (d) 100,000 گنا

2- گیسز مادہ کی ہلکی ترین حالت ہیں۔ ان کی ڈینسٹیز کو کن یونٹس میں ظاہر کیا جاتا ہے؟

(a) mg cm^{-3} (b) g cm^{-3} (c) kg dm^{-3} (d) g dm^{-3}

3- فریزنگ پوائنٹ پر ان میں سے کون سے ڈائنامک ایکوی لبریم میں ہوتے ہیں؟

(a) گیس اور ٹھوس (b) مائع اور گیس (c) مائع اور ٹھوس (d) یہ تمام

4- ٹھوس پارٹیکلز میں ان میں سے کون سی موشن پائی جاتی ہے؟

(a) روٹیشنل موشن (b) وائبریشنل موشن (c) ٹرانسلیشنل موشن (d) دونوں ٹرانسلیشنل اور وائبریشنل موشن

5- ان میں سے کون سا ایمورفس ٹھوس نہیں ہے؟

(a) ربڑ (b) پلاسٹک (c) شیشہ (d) گلوکوز

6- 1atm پریشر کتنے پاسکلز کے برابر ہوتا ہے؟

(a) 101325 (b) 10325 (c) 106075 (d) 10523

7- ایویپوریشن میں جو مالیکیولز مائع کی سطح کو چھوڑتے ہیں ان میں ہوتی ہے:

(a) بہت کم انرجی (b) درمیانی انرجی (c) بہت زیادہ انرجی (d) ان میں سے کوئی نہیں

8- ان میں سے کون سی گیس تیزی سے ڈفیوژ کرتی ہے؟

(a) ہائیڈروجن (b) ہیلیم (c) کلورین (d) فلورین

9- ان میں سے کون سی چیز بوائلنگ پوائنٹ پر اثر انداز نہیں ہوتی؟

(a) انٹر مالیکیولر فورسز (b) بیرونی پریشر (c) مائع کی نوعیت (d) مائع کا ابتدائی ٹمپریچر

10- گیس کی ڈینسٹی بڑھتی ہے جب اس کا:

(a) ٹمپریچر بڑھتا ہے (b) پریشر بڑھتا ہے
(c) والیم کونسٹنٹ رکھا جاتا ہے (d) ان میں سے کوئی نہیں

11- مائع کا ویپر پریشر کب بڑھتا ہے؟

(a) پریشر میں اضافے سے (b) ٹمپریچر میں اضافے سے
(c) انٹر مالیکیولر فورسز میں اضافے سے (d) مالیکیولز کی پولیریٹی میں اضافے سے

مختصر سوالات

1- ڈفیوژن کیا ہے، ایک مثال دے کر وضاحت کریں۔

2- سٹینڈرڈ ایٹموسفیرک پریشر کی تعریف کریں۔ اس کے یونٹ کیا ہیں؟ اسے پاسکل میں کیسے تبدیل کیا جا سکتا ہے؟

3- مائع کی نسبت گیسز کی ڈینسٹیز کم کیوں ہوتی ہیں؟

4- ایویپوریشن سے کیا مراد ہے۔ سطحی رقبہ کا اس پر کیا اثر ہوتا ہے؟
5- ایلوٹروپی کو مثالیں دے کر بیان کریں۔
6- 100°C پر سلفر کس حالت میں پایا جاتا ہے؟
7- کسی مائع کے بوائلنگ پوائنٹ اور ایویپوریشن کے درمیان کیا تعلق ہے؟

انشائیہ سوالات

1- بوائل کے قانون کی تعریف کریں اور ایک مثال دے کر وضاحت کریں۔
2- چارلس کے گیسز کے قانون کی تعریف اور وضاحت کریں۔
3- ویپر پریشر کیا ہے اور انٹر مالیکیولر فورسز اس پر کیسے اثر انداز ہوتی ہیں؟
4- بوائلنگ پوائنٹ کی تعریف کریں اور یہ بھی وضاحت کریں کہ کیسے مختلف فیکٹرز اس پر اثر انداز ہوتے ہیں؟
5- مائع میں ڈفیوژن اور اس پر اثر انداز ہونے والے فیکٹرز کی وضاحت کریں۔
6- کرسٹلائن اور ایمورفس ٹھوس اجسام میں فرق واضح کریں۔

مشقی سوالات

1- مندرجہ ذیل یونٹس کو تبدیل کریں:

(a) 850 mm Hg کو atm میں　　(b) 205000 Pa کو atm میں

(c) 560 torr کو cm Hg میں　　(d) 1.25 atm کو Pa میں

2- مندرجہ ذیل یونٹس کو تبدیل کریں:

(a) 750 °C کو K میں　　(b) 150 °C کو K میں

(c) 100 K کو °C میں　　(d) 172 K کو °C میں

3- ایک گیس کا پریشر 912 mm Hg اور والیم $450\ cm^3$ ہے۔ 0.4 atm پریشر پر اس کا والیم کیا ہوگا؟

4- ایک گیس کا پریشر 1 atm اور والیم $800\ cm^3$ ہے، جب اسے $1200\ cm^3$ تک پھیلنے دیا جائے تو اس کا mm Hg میں پریشر کتنا ہوگا؟

5- ایک مخصوص ماس کی گیس کا والیم $87.5\ cm^3$ سے $118\ cm^3$ تک بڑھانا ہے جبکہ پریشر کونسٹنٹ ہو۔ اگر اس کا ابتدائی ٹمپریچر 23 °C ہو تو اس کا آخری ٹمپریچر کیا ہوگا؟

6- ایک گیس کو کونسٹنٹ پریشر پر 30 °C سے 10 °C تک ٹھنڈا کیا گیا ہے۔ بتایئے

(a) کیا گیس کا والیم اس کے اصل والیم سے 1/3 کم ہو جائے گا؟

(b) اگر نہیں، تو پھر والیم کس نسبت سے کم ہوگا؟

7- ایک غبارہ جو سٹینڈرڈ ٹمپریچر (0°C) اور پریشر (1atm) پر $1.6\ dm^3$ ہوا سے بھرا ہوا ہے، کو پانی کی گہرائی میں لے جایا گیا جہاں اس کا پریشر 3.0 atm بڑھ گیا۔ فرض کریں کہ ٹمپریچر تبدیل نہیں ہوا تو غبارے کا نیا والیم کیا ہوگا۔ کیا یہ سکڑے گا یا پھیلے گا؟

8- نی اون گیس بہت کم پریشر یعنی 0.4 atm پر $75.0\ cm^3$ جگہ گھیرتی ہے۔ فرض کیا اگر ٹمپریچر کونسٹنٹ ہو تو 1.0 atm پریشر پر اس کا والیم کیا ہوگا؟

9- 17 °C ٹمپریچر پر ایک گیس کا والیم $35.0\ dm^3$ ہے اگر کونسٹنٹ پریشر پر گیس کے ٹمپریچر کو 34 °C تک بڑھایا جائے تو کیا آپ توقع رکھتے ہیں کہ والیم دوگنا ہوگا؟ اگر نہیں تو نیا والیم معلوم کریں؟

10- سیٹرن (Saturn) کا سب سے بڑا چاند ٹائٹن (Titan) ہے جس کا ایٹموسفیرک پریشر 1.6×10^5 Pa ہے۔ atm میں اس کا ایٹموسفیرک پریشر کیا ہوگا؟ کیا یہ زمین کے ایٹموسفیرک پریشر سے زیادہ ہے؟